

다지점의 재해발생을 고려한 지능형 교통정보 검색 시스템

권원석[†], 김창수^{**}

요 약

최근 집중호우에 따른 침수 및 산사태와 같은 자연재해로 인해 여러 곳에서 많은 피해가 발생하고 있다. 집중호우의 경우 도로 침수가 발생하면 교통 혼잡 및 고립으로 인한 피해는 심각할 수 있다. 이러한 재난이 확대되는 것을 예방하기 위하여 사전에 상습침수구역, 재해 위험지역 등의 현장 정보를 분석하여 예방을 위한 모니터링 시스템이 필요하며, 과거 자연재해 이력 데이터를 사용하여 자연재해 발생 당시의 교통량, 속도 등을 파악한다면 재해 규모, 강우량 등에 따른 교통 혼잡의 변화를 분석할 수 있다. 본 연구는 부산시 남구 대연동의 대남교차로를 시작으로 광안대교를 지나 올림픽 교차로까지 연구대상지역으로 설정하고 과거 이력 데이터를 사용하여 선택된 도로에서의 과거재해정보와 해당 날짜의 교통량 등의 정보를 검색할 수 있는 시스템을 구현하였다.

The Intelligent Traffic Information Searching System Based on Disaster Occurrence of Multipoint

Won Seok Kwon[†], Chang Soo Kim^{**}

ABSTRACT

Recent heavy rains have caused natural disasters such as flooding and landslides nationwide. Because of flooding occurrence in most of the roads, traffic congestion and isolation caused many loss especially at rush hour. Constant monitoring and analysis of past disaster history data are needed to prevent disasters on areas prone to floods and disaster risk areas. If we managed to obtain traffic volume, speed, phase around intersection using disaster history data when disasters occurred, we can analyse traffic congestion, change of disaster scale and rainfall. In this study, We select a target district to develop by using a route from Dae-nam intersection in Busan Namgu Daeyoeon-dong, over Gwangan large bridge up until Haeundae Olympic intersection, We developed a system which searches disaster history information, traffic volume using disaster history data based on user selection of the road.

Key words: GIS, UIS, Natural Disaster(자연재해), Disaster History(재해이력), Traffic Information Searching(교통정보검색)

※ 교신저자(Corresponding Author): 김창수, 주소: 부산광역시 남구 대연3동 599-1번지 부경대학교 IT융합응용공학과(608-737), 전화: 051)629-6245, FAX: 051)629-6230, E-mail: cskim@pknu.ac.kr
접수일: 2011년 5월 2일, 수정일: 2011년 7월 12일
완료일: 2011년 7월 27일

[†] 준회원, 부경대학교 공간정보시스템공학과 석사과정
(E-mail: k5542792@naver.com)

^{**} 종신회원, 부경대학교 IT융합응용공학과 교수
(E-mail: cskim@pknu.ac.kr)

※ 이 논문은 2010학년도 부경대학교의 지원을 받아 수행된 연구임 (PK-2010-0012000201014500)

1. 서론

매년 우리나라는 여름에 태풍과 집중호우 등으로 침수 및 산사태와 같은 자연재해로 전국의 여러 곳에서 많은 피해가 발생하고 있다. 부산광역시 역시 최근 5년간 일강수량 중 가장 많은 310mm가 내려 인명 및 재산 피해를 가져왔다. 대부분의 도로에서 침수가 발생하였고 그로 인해 출근시간대에 많은 교통 혼잡이 유발되었다. 2010년 9월은 서울에서 259.5mm의 집중호우로 여러 가구가 피해를 입었으며 서울지역 주요 도로에서 침수피해가 발생하였다. 이러한 자연재해 피해를 예방 및 관리하기 위하여 각 지자체단체는 재해관리시스템을 구축하고 있으며 이에 관련된 연구도 활발히 진행되고 있다. 그에 반해 도로상에서 재해 발생 시 교통 혼잡을 예방하고 안전을 확보하기 위한 재해와 연계한 교통관리시스템이 필요하지만 이에 대한 연구가 일반적인 재해관리시스템과 같은 연구에 비해 상대적으로 부족하다.

현재 자연재해 발생 시 그에 따른 대응으로 도로 통제 및 신호 운영을 위해서 관리자가 CCTV를 통해 교통상황을 파악 후 해당 교차로에 인력을 투입하여 교통을 통제할 수 있도록 운영하고 있으나 자연재해가 발생하기 이전에 미리 기상상황에 따라 상습 침수 구역 등의 재해 위험지역을 지속적으로 모니터링하고 침수 모델을 사용하여 도로에 침수될 수 있는 지역을 예측하고 경과에 따라 효율 교통운영 방법을 구축할 필요가 있다.

도로 공간에서의 재난 발생 시 한 축에서 재난이 발생하며 추후 교통망전체로 확산되는 특징을 가지고 있다[1,2]. 이러한 재난이 확대되는 것을 방지하기 위하여 사전에 상습침수구역, 재해 위험지역, 과거 자연재해 분석 등을 위험지역에 대해선 지속적으로 모니터링 할 필요가 있다. 과거 자연재해 이력 데이터를 사용하여 자연재해 발생 당시의 교통량, 속도, 주변 교차로의 현시 및 현시시간 등을 파악한다면 재해 규모, 강수량 등에 따른 교통 혼잡의 변화를 분석할 수 있으며 추후 자연재해 발생 시 해당 도로에 대해 사전에 통제 또는 우회 경로 안내 등 여러 가지 방법을 이용해 교통 혼잡을 완화 할 수 있을 것이라 생각된다.

본 연구에서는 부산시 남구 대연동의 대남교차로를 시작으로 광안대교를 지나 올림픽 교차로까지의

한축을 중심으로 연구대상지역으로 설정하고 연구대상지역에서의 구축된 과거 이력 데이터를 사용하여 다지점 재해발생에 따른 재해관리 및 교통관리를 위한 선행 연구로 이력데이터 검색시스템을 개발하였다.

2. 관련연구

대응과 복구 중심으로 이루지고 있어 예방과 대비 기능이 제대로 수행하지 못하고 있는 서울시 방재체계의 문제점을 제시하고 교통방재 개념을 정의 하여 화재 등의 긴급한 상황, 침수구역에 대한 우회도로 정보 제공방안 위험물차량 관리 등과 같은 사례를 통해 교통방재시스템의 적용 방안을 제안하였다[1]. Ubiquitous Transportation 환경이 구축되었다고 가정하고 자연재난 중 침수를 대상으로 하여 운전자 측면에선 재난 발생 전과 재난발생 후 이용자측면에선 직접영향권과 간접영향권에 대해 각 서비스 요구사항을 정의하고 재해 발생 시 교통운영관리 서비스에 대해 시나리오를 설정하여 거시적 교통운영관리 방안을 수립하였다[3]. 교통방재시스템을 현재 재난관리 단계인 예방, 대비, 대응, 복구 4단계로 세분화하여 각 단계별 구축방향에 대해 제안하였고 청주시를 대상지역으로 선정하여 소방서, 경찰서, 의료기관의 위치를 분석하고 폭우로 인해 일부지역이 침하하여 도로를 차단했다고 가정하고 재난 영향권을 분류하였다. TTF를 이용하여 신호주기를 최적화하여 재난 영향권을 대상으로 신호운영을 구현하였으며 신호운영방안에 대해 CORIM을 사용하여 효과를 확인하였다[4]. 기존의 교통방재시스템에 관한 연구에서는 전체적인 교통 운영흐름과 각 상황에 따른 교통방재시스템 구축방향에 대해 제시하였지만 GIS기반의 교통방재시스템에 대한 연구는 부족한 실정이다. GIS기반의 재해관리시스템에 관한 연구는 교통방재시스템에 관한 연구보단 상대적으로 활발히 진행되어지고 있다. 부산시 강서구 지역을 대상으로 무선통신 기술과 IT기술을 이용하여 피해정보들을 사용자에게 실시간 정보제공 가능하며 IKONOS 1m급 고해상도 영상을 사용하여 실제 피해상황이 파악이 가능한 Web GIS기반의 자연재해 피해정보관리시스템을 개발하였다[5]. 부산시 UIS지도를 이용하여 풍수해 피해이력 공간데이터베이스 구축과정을 제시하

고 피해이력을 관리 할 수 있는 재해관리시스템을 개발하였다[6,7]. 구글맵 API를 사용하여 대피소, 대피경로, 재해정보를 제공할 수 있는 메쉬업 형태의 가상의 재해지도 개발하였다[8]. 기존 연구들은 인명·재산 피해에 대한 예방 및 대비를 위한 시스템을 목적으로 하였기 때문에 교통관리 기능은 고려되지 않았다.

3. 교통정보검색시스템 설계

3.1 시스템설계

전체 시스템에 대한 구성은 그림 1과 같다. 먼저 도로정보, 교통량, 속도, 현시주기 및 시간 등의 속성 정보는 테이블로 생성하여 데이터베이스 서버에서 저장 및 관리 하도록 설계 되어있으며 도로, 건물, 행정구역도 등의 기본 지도와 재해 공간, 교차로 위치 등의 여러 가지 공간정보를 공간데이터베이스화 시켜 공간데이터베이스서버에서 저장 하고 관리 되어질 수 있도록 설계 하였다. 사용자는 클라이언트 프로그램내의 각 모듈을 이용하여 원하는 정보들을 검색 할 수 있다.

본 시스템을 구현하기 위해 다음과 같은 개발환경에서 개발되었다. 데이터베이스 관리를 위해 Oracle 10g를 사용하였고 공간데이터베이스를 사용하기 위하여 ESRI사의 ArcSDE를 사용하였다. .Net Framework 3.5 기반의 C#언어를 사용하여 클라이언트

프로그램을 개발하였고 지도 표현, 위치검색, 공간연산을 수행하기 위하여 ArcGIS Engine을 사용하였다 [9-12].

3.2 데이터베이스 구축

본 시스템에서 사용된 DB는 총 3가지 분류로서 첫 번째로 기본지도로서 부산광역시 UIS지도를 사용하였다. 부산광역시 UIS지도는 1:1000의 축척으로 건물, 도로, 주요시설위치, 행정구역도, 도로중심선 등의 레이어로 구성되어 있다. 두 번째로 사용된 교통관련 DB로서 도로상에서의 교통량, 속도, 현시데이터를 구축 하였다. 교통량 및 속도 데이터는 현재 각 도로에서 운영 중인 루프검지기에서 얻어지는 데이터를 구축 하였으며 구축과정에서 일부 누락된 데이터가 발생 하였고 루프검지기 특성상 불법 주정차 등으로 검지기의 오류가 발생하여 일부 지역에 대한 선 다소 부정확한 데이터가 있었다. 교통량, 속도, 현시 데이터는 테이블로 구축 하였으며 도로 링크와 노드 데이터는 지능형교통체계 표준노드링크관리시스템에서 제공하는 부산시 노드링크데이터를 사용 하였다. 표준노드링크관리시스템에서 제공되는 shape 포맷 형태의 파일을 공간데이터베이스화 시켜 구축 하였으며 구축된 교통관련 테이블과 공간데이터의 관계는 다음 그림 2와 같다.

마지막으로 재해 관련 DB로서 부산광역시 재해대장을 기반으로 구축된 데이터베이스를 사용하였다.

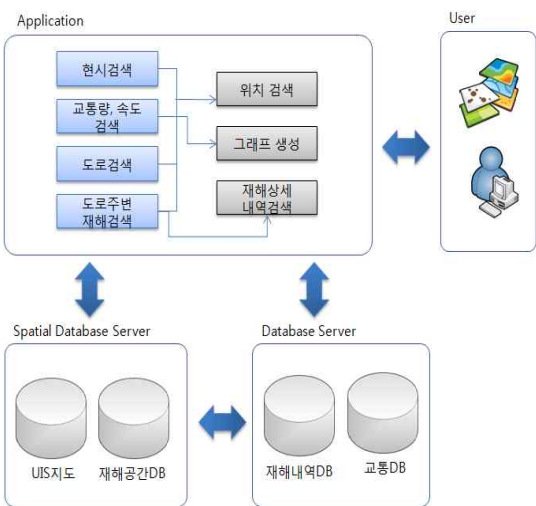


그림 1. 전체 시스템 구성도

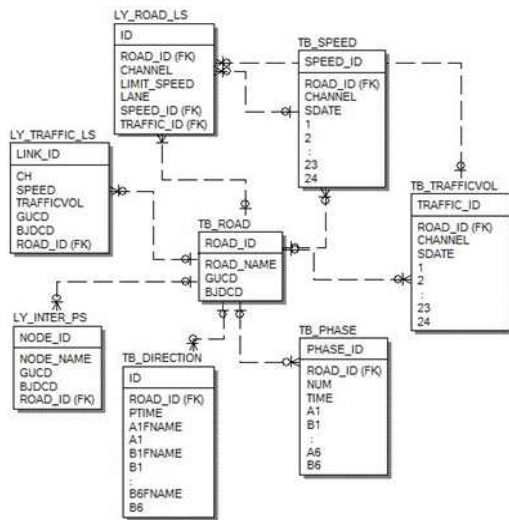


그림 2. 교통DB 논리적모델

산사태, 침수 등의 풍수해 이력데이터를 공간데이터 베이스 형태로 구축하여 지도상에 과거 재해 발생 지역과 면적이 표출 가능하도록 하였다[13]. 해당지역에 공간데이터 뿐만 아니라 주소, 피해액, 복구액, 재해종류, 일강우량 등의 상세내역정보를 같이 구축하였다. 부산시에서 지정한 재해위험지역과 인명피해 위험지역에 대해서도 공간데이터베이스로 구축하였으며 해당 데이터에 대한 사진 또는 그림과 같은 자료는 테이블로 생성하여 관리 할 수 있도록 하였다.

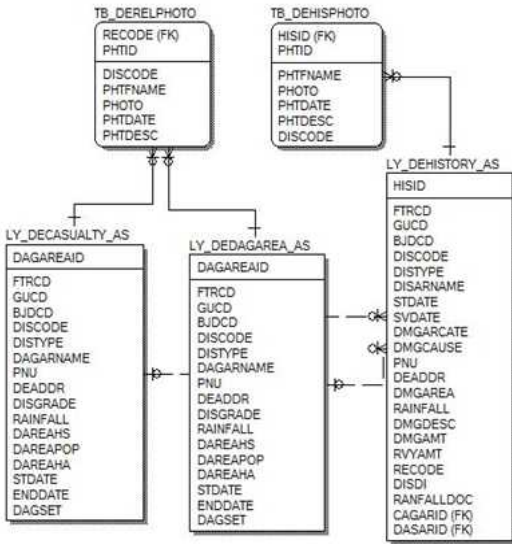


그림 3. 재해이력DB 논리적모델

3.3 검색시스템

시스템 메뉴는 총 2가지로 교통정보와 재해정보로 구성되어있으며 메뉴 실행 시 왼쪽은 검색 조건 오른쪽은 지도화면이다. 지도화면 상단에는 지도를 조작하기 위한 툴바를 구성하였으며 각 레이어들을 켜고 끌 수 있도록 레이어 컨트롤을 따로 구성하였다. 교통정보를 실행 시 그림 4와 같이 3가지 탭으로 구성되어있으며 도로정보, 교통정보, 신호정보를 검색할 수 있도록 하였다. 도로정보에서는 교차로 번호에 따른 소속 교차로를 가지고 검색하고 해당위치를 조회하며 UIS에서의 도로 이름으로도 검색하여 해당위치로 이동할 수 있도록 구현하였다. 지도는 1:5000일 때 도로 링크데이터, 1:2500부터는 각 건물들의 이름과 도로 이름을 표현할 수 있도록 각 축척별로 데이터 표현을 달리 하여 대축척으로 갈수록

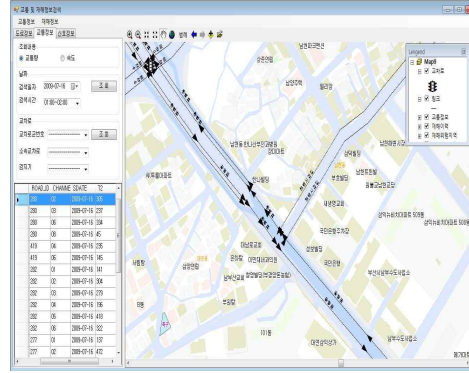


그림 4. 도로 구간 통행 속도 및 교통량 검색 화면

보다 자세히 표현 될 수 있도록 구현하였다.

교통정보 탭에서는 왼쪽 상단 라디obutton으로 교통량과 속도를 선택할 수 있으며 선택 된 데이터의 시간 및 교차로의 조건에 따라 검색 할 수 있다. 왼쪽 하단의 속성정보 화면 통해 검색 결과 값이 나오며 해당 위치로 이동이 가능하다.

마지막으로 신호정보 탭에선 현재 각 교차로에 운영되고 있는 현시정보로서 행정구역을 선택하고 그에 해당되는 교차로를 선택하여 조회할 수 있으며 왼쪽 상단에는 해당교차로에서의 현시 주기 및 시간에 대한 검색결과가 나타나며 하단에서는 해당교차로의 현시가 조회될 수 있도록 구성하였다. 사용자는 조회를 원하는 지역에 대한 행정구를 선택하고 그에 속에는 행정동을 선택한다. 선택한 행정동의 교차로들이 검색되며 콤보박스를 통해 검색하기를 원하는 지역의 교차로를 선택 후 조회를 클릭하면 교차로에서 운영되고 있는 현시시간, 주기 등의 속성 정보가 검색되어지고 아래에서 해당 현시가 검색된다.

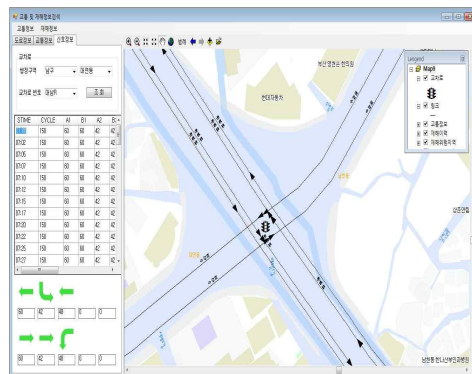


그림 5. 교차로 현시 검색 화면

4. 재해 발생 지점에 대한 교통정보 검색

4.1 삼익유수폴장~도시가스 도로구간 분석

집중호우로 인해 도로 침수로 교통 혼잡을 발생시켰던 2009년 7월 16일 그림 6에서 표시한 지역 삼익유수폴장에서 도시가스 교차로 사이의 도로 구간을 중심으로 분석해보았다.



그림 6. 시나리오 분석 지역

해당 구간 주변의 과거재해정보를 검색한 결과 총 3건의 과거 재해이력이 검색 되었다. 그 중 재해 유형이 침수에 해당하는 데이터를 선택 후 상세 내역을 클릭하였을 때 그림 8과 같이 강우량, 피해액, 주소 등의 정보에 피해 내용에 해당하는 사진이 검색된다. 침수피해가 있었던 해당날짜의 교통량을 검색 하였을 때 침수발생 날짜에 대한 각 루프검지기 채널별 교통량 검색이 되고 검색 결과에 따라 그래프 생성을 통해 해당구간의 당일 교통량의 변화를 알 수 있다.

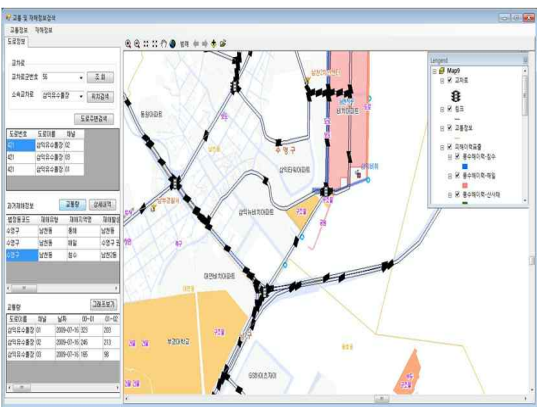


그림 7. 재해 검색 화면

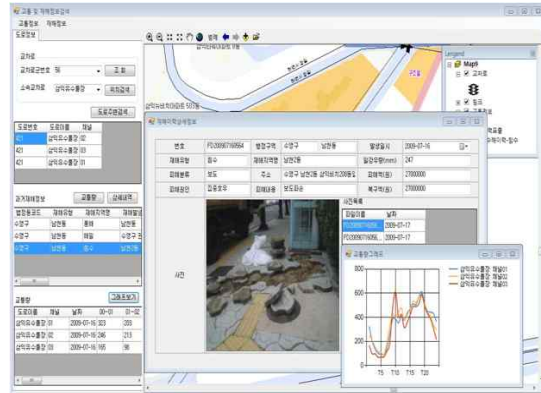


그림 8. 상세 내역 검색 화면

4.2 재해발생 지점의 도로구간 소통 특성

삼익유수폴장의 7월 16일의 교통량과 속도를 해당 지역의 1주일 전인 7월 9일의 교통량과 속도를 비교해보면 그림 9 및 그림 10과 같다. 교통량을 비교하였을 때 7:00~10:00 시간대에 7월 9일 교통량에 7월 16일 같은 시간대의 교통량보다 더 높았던걸 알 수 있었다. 하지만 그림 10의 해당구간 평균 통행속도 데이터 변화에 대한 그래프를 살펴보면 같은 시간대에 7월 16일에 평소보다 적은 교통량에도 불구하고 통행속도에 있어서는 더 느린 속도로 운행되었음을 알 수 있다. 루프검지기에서 얻어진 데이터를 바탕으로 교통량 및 속도 데이터를 구축하였으므로 수치상으론 다소 부정확 할 수 있으나 주변 재해에 따른 도로 구간에 교통량과 속도변화를 그래프를 통해 파악할 수 있었다[14]. 추후 본 데이터들을 활용하여 재해 규모에 따른 교통 통제 방안을 수립할 수 있다.

5. 결 론

기존 연구에서 교통정보가 누락된 재해이력 정보 제공 기능의 한계점을 본 연구를 통해 재해 발생 일에 대하여 각 교차로에서 해당 날짜에 운영되고 있던 현시 및 현시시간 그리고 도로상에서의 교통량, 속도 정보의 검색이 가능할 수 있도록 개선하였으며 재해 피해, 교차로 및 교통량, 속도에 해당하는 구간 등의 위치 정보를 공간데이터베이스를 활용하여 구축하였으므로 해당위치정보를 지도상에서 쉽게 검색이 가능하도록 개발하였다.

본 연구에서 제시한 시스템을 통해 도로 공간에서

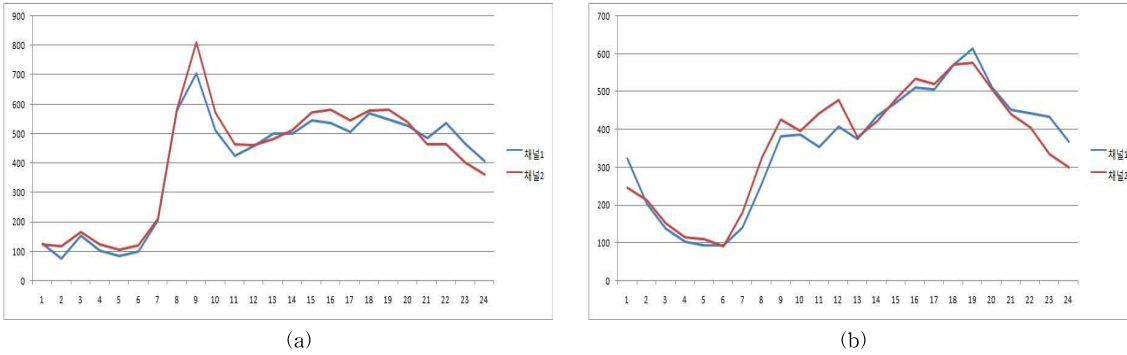


그림 9. 삼익유수풀장 - 도시가스 구간 교통량 (a) 2009년 7월 9일 (b) 2009년 7월 16일 (단위: 대)

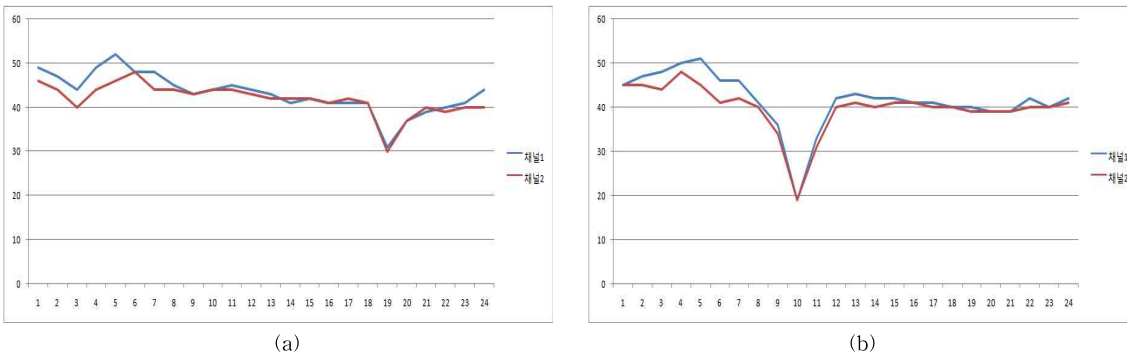


그림 10. 삼익유수풀장 - 도시가스 구간 평균 통행속도 (a) 2009년 7월 9일 (b) 2009년 7월 16일 (단위: km/h)

의 다지점 재해발생 시 재해 규모에 따른 교통량의 변화를 분석 할 수 있다. 하지만 재해피해이력데이터의 면적 및 위치정보가 다소 부정확하며 교통정보 데이터가 루프검지기에서 획득되어진 데이터를 사용하였지만 루프검지기 특성상 검지기 위치에 불법주정차라든지 차선변경 등 여러 상황에 따라 데이터의 정확도가 달라지는 한계점을 가지고 있다. 향후 본 연구를 확장하여 다지점 재해발생에 따른 교통통제구간 의사결정 모듈을 개발 할 예정이다.

참 고 문 헌

[1] 신성일, 조용찬, “서울시 교통방재체계 구축방안 연구,” 서울시정개발연구원, 2006.
 [2] 신성일, “교통방재의 추진방안과 사례,” 한국방재학회지, 제7권, 제4호, pp. 8-15, 2007.
 [3] 손영태, “지역 특성을 고려한 교통방재시스템 구축 및 활용에 관한 연구,” 한국도로학회 논문집, 제11권, 제1호, pp. 217-231, 2009.

[4] 이신라, 손영태, 이의은, 윤재용, “u-T환경하에서의 재난·재해 발생시 교통운영관리방안에 관한 연구,” 한국도로학회 학술발표회 논문집, pp. 93-99, 2009.
 [5] 김태훈, 김계현, 심재현, 최우정, “웹GIS를 이용한 실시간 자연재해 피해정보 관리시스템 개발에 관한 연구,” 한국공간정보시스템학회 논문지, 제10권, 제4호, pp. 103-107, 2008.
 [6] 황현숙, 박창수, 이석철, 정신일, 김창수, “피해이력 분석에 따른 UIS 기반 재해관리시스템,” 2010 한국지리정보학회 춘계 학술대회, pp. 180-181, 2010.
 [7] T.G. Jeon, H.S. Hwang, and C.S. Kim, “A UIS-based System Development to Express the Damage History Information of Natural Disasters,” *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol.13, No.12 pp. 1739-1747, 2010.
 [8] 김정욱, 김지영, 김용일, 윤기운, “Where 2.0 서비스를 이용한 재해지도 작성에 관한 연구,” 한

국공간정보시스템학회 GIS 공동춘계학술대회 논문집, pp. 447-452, 2007.

- [9] 김기욱, 이정은, 황현숙, 김창수, "UIS기반 홍수 관리 시뮬레이션을 위한 입력 데이터 자동생성 시스템 개발," 멀티미디어학회 논문지, 제11권, 2호, pp. 247-256, 2008.
- [10] K.U. Kim, H.S. Hwang, J.E. Lee, and C.S. Kim, "The Design of Database for Generation Automatic Simulation Data of EPA-SWMM based on UIS," *International Journal of Research an Innovation Special Issue on ICCIT2007*, Vol.2, pp. 261-266, 2007.
- [11] K.U. Kim, H.S. Hwang, and C.S. Kim, "A Prototype of the Urban Flood Warning System Using Sewer Networks," *ACIS International Journal of Computer & Information Science*, Vol.8, pp. 474-482, 2007.
- [12] Xiao Juan and Ye Feng, "A Study on the Framework of GIS-based Basic Traffic Management System," 2010 Chinese Control and Decision conference, pp. 4441-4445, 2010.
- [13] 부산광역시, "부산시 풍수해 저감특성조사 및 피해영향분석 연구용역 최종보고서," 2009.
- [14] Pablo Suarez, William Anderson, Vijay Mahal, and T.R. Lakshmanan, "Impacts of Flooding and Climate Change on Urban Transportation: A Systemwide Performance Assessment of the Boston Metro Area," *Transportation Research part D:Transport and Environment*, Vol.10, Issue 3, 2005.



권 원 석

2010년 부경대학교 위성정보학과 졸업(공학사)
 2010년~현재 부경대학교 공간정보시스템공학과 석사과정
 관심분야 : GIS 개발, 공간데이터 베이스, ITS



김 창 수

1991년 중앙대학교 컴퓨터 공학과 박사
 1992년~현재 부경대학교 IT융합응용공학과 교수
 2006년~현재 유비쿼터스 부산도 시험회 방재분과 위원장

2006년~현재 (사)그레고리장학회 이사
 2011~현재 한국멀티미디어학회 정책자문위원
 관심분야 : 방재 IT, UIS/GIS, 운영체제, 시멘틱 웹, 재난 관리, 공간검색, 도시방재 등